# EXHIBIT I

# TO RULE 4.2 STATEMENT OF DR. DOUGHERTY

(19) FRENCH REPUBLIC

NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL PROPERTY

PARIS

(11) **Publication no.**: **2 622 346**
(to be used only for duplicating orders)

(21) **National registration no.**: **87 14689**

(51) Int Cl$^4$: H 01 G 1/035, 1/147, 4/40; H 05 K 3/32.

(12) **PATENT APPLICATION** **A1**

(22) **Filing date**: October 23, 1987.

(30) **Priority**:

(43) **Date the application is made available to the public**: **BOPI** "Patents" no. 17 dated April 28, 1989.

(60) **References to other related national documents**:

(71) **Applicant(s)**: EUROFARAD-EFD. - FR.

(72) **Inventor(s)**: Henri Laville.

(73) **Holder(s)**:

(74) **Agent(s)**: Cabinet Regimbeau, Martin, Schrimpf, Warcoin and Ahner.

(54) Capacitor for electronic micro-circuit and assembly incorporating such a capacitor.

(57) The invention concerns a capacitor 120 designed to be associated with an electronic 140 or analog micro-circuit containing a base conducting surface 142 forming one of its connecting terminals, of the type comprising a sandwich structure 122 of alternating conductor sheets and dielectric sheets and two connection terminals 124, 126 extending to the periphery of said sandwich structure.

According to the invention, each terminal contains a part 124a, 126a for connecting with the conductor sheets extending transversely to said sheets in two edge areas opposite said structure 122 and a lower part 124c, 126c for connecting with respective conductive areas 102, 104 formed on a substrate 100, and one of the two terminals contains an upper part 124b for connecting with said base conducting surface 142 of the micro-circuit, with the result that the capacitor 120 can be sandwich mounted between the substrate 100 and the micro-circuit by establishing at least one connection between them.

[diagram]

This invention generally refers to capacitors for high integration electronic circuits, and concerns in particular a new assembly of a capacitor in association with a micro-circuit or microchip mounted for example by heat seal on a support board such as a printed circuit.

In the previous technique, a capacitor, such as a power supply bypass capacitor, for example front connection terminal monolithic ceramic type, is brought on the board in proximity to the micro-circuit. We represented on figure 1 an example of such an assembly.

The board 10 contains on its upper surface two conductive areas or tracks 12, 14 corresponding respectively to the ground and power supply voltage of the micro-circuit 40. The micro-circuit 40 contains on its lower surface a conductive layer 42 forming a ground terminal in electrical contact with the ground 12 and, on its upper surface, a series of connecting studs 44 among which the far left stud must receive the power supply voltage. The bypass capacitor 20 is used on the board 10 next to the micro-circuit. Its lateral terminal 26 is linked, here by heat seal, to the track 14, while its terminal 24 located on its opposite lateral face is linked to the ground 12. Finally, an electrical wire 32 links the positive terminal 26 of the capacitor (or alternatively the track 14) to the stud 44a of the micro-circuit 40.

However, this traditional solution presents a certain number of disadvantages: on the one hand, the side-by-side components assembly is cumbersome and thus disadvantageous from a miniaturization point of view; on the other hand, it requires between the capacitor and the power supply terminals of the micro-circuit relatively long connections that bring about inductance and line resistance phenomena. These phenomena are very important for decoupling digital electronic circuits, whose working frequency (clock frequency) is higher and higher.

As such, this invention aims mainly to offer a new capacitor designed to be associated with an active micro-circuit or microchip, which makes it possible to minimize the surface outline of these two components.  Another main purpose of the invention is to offer a capacitor allowing a minimum reduction in the length of the connection between the capacitor and the power supply terminals of the micro-circuit, to thus in particular favor the decoupling action.

To that end, this invention concerns a capacitor designed to be associated with an electronic or analog micro-circuit containing a base conducting surface forming one of its connecting terminals, of the type comprising a sandwich structure of alternating conductor sheets and dielectric sheets and two connection terminals extending to the periphery of said sandwich structure, characterized by the fact that each terminal contains a part connecting with the conductor sheets transverseally extending to said sheets in two edge areas opposite said structure and a lower part connecting with respective conductive areas formed on a substrate, in which one of the two terminals contains an upper part connecting with said base conducting surface of the micro-circuit, with the result that the capacitor can be sandwich mounted between the substrate and the micro-circuit by establishing at least one connection between them.

Preferred layouts of the capacitor according to the invention are the following:

- its drawing dimensions are approximately equal to those of the micro-circuit,

- said upper part of one of the terminals has drawing dimensions approximately equal to those of the micro-circuit,

- its other terminal also contains an upper part located on a short lateral extension of the capacitor, designed to receive a wire connecting with another connecting terminal of the micro-circuit, the upper parts of both terminals of the capacitor being separated by a short space,

- the part connecting with the conductor sheets of said other terminal is used externally between its upper and lower parts,

- the part connecting with the conductor sheets of said other terminal contains at least one metallized sink formed in a part of the depth of the structure from its lower surface, in proximity to an edge opposite the part connecting with the conductor sheets of the primary terminal,

- it has drawing dimensions exactly equal to those of the micro-circuit,

- it is a monolithic structure multilayer ceramic type,

- its terminals are made of silver-palladium alloy.

The invention concerns equalizing an assembly of a micro-circuit and of a capacitor on a substrate, characterized by the fact that it contains a capacitor of the type defined above, in the fact that the capacitor is sandwich mounted between the substrate and the micro-circuit, and in which a short connecting wire is provided between a lateral area of the capacitor or a neighboring conductive area of the substrate and an upper terminal of the micro-circuit.

Another advantage brought by this invention resides in the fact that the capacitor, placed under the micro-circuit, serves simultaneously from a thermal radiator, which lowers the working temperature of said micro-circuit.

Other aspects and advantages of this invention will be clearer when reading the following detailed description of its preferred embodiments, given as an example and made in reference to the attached designs, on which:

- figure 1 is a diagram cross-section view of an assembly consistent with the previous technique;

- figure 2 is a cross-section view of an assembly based on a primary embodiment of the invention;

- figures 3a and 3b are top and bottom plan views of the capacitor used in the figure 2 assembly;

- figure 4 is a cross-section view of an assembly based on a second embodiment of the invention; and

- figures 5a and 5b are top and bottom plan views of the capacitor used in the figure 4 assembly.

We represented in figure 2 an assembly consistent with a primary embodiment of this invention.

An isolated substrate or board, used horizontally and designated by the reference 100, has on its upper surface two conductive areas or tracks 102, 104. Track 104 brings the power supply voltage from an integrated micro-circuit, as we will see further on, while the track 102 corresponds to the ground.

A micro-circuit or microchip 140 and a capacitor 120, used here for the decoupling of the power supply of said micro-circuit, are mounted on the board.

The micro-circuit 140 contains on its lower surface a conductive layer 142 designed to be linked to the ground and on its upper surface a series of studs 144 designed for the connection of the micro-circuit with the outside. Among these studs, the one that is located on the far right in figure 2, indicated in 144a, is designed to receive the positive power supply voltage.

Consistent with the invention, the capacitor 120 is designed to be housed between the substrate 100 and the micro-circuit. It contains in this example a monolithic structure made up of alternating ceramic sheets and conductor sheets or electrodes, globally designated by the reference 122. The sheets are used here horizontally.

A primary group of conductor sheets extends up to the left edge of the structure 122, while the sheets of the other group come up to the edge opposite said structure, on the right in figure 2.

In this manner, two conductive connection terminals can be applied on the left and right lateral faces to be in contact with the respective groups of conductor sheets.

Consistent with the invention, a primary terminal 124 of the capacitor 120 contains a lateral part 124a in contact with the respective group of conductor sheets, an upper part 124b extending over the major part of the upper surface of the structure 122, and a lower part 124c extending over about half of the lower surface of the structure 122.

The second terminal of the capacitor, designated globally by the reference 126, contains a lateral part 126a in electrical contact with the other group of conductor sheets of the capacitor structure, an upper part 126b extending in the direction of the part 124b of the other terminal, in a border area left free by the latter, as well as a lower part 126c extending over about half of the lower surface of the structure 122 left free by the part 124c of the other terminal.

As we can discern, in order to prevent the two terminals 124, 126 from coming in contact with one another, a primary space 128 exists between the upper parts 124b, 126b of the two electrodes and a second space 130 between their lower parts 124c, 126c.

As we can discern, the capacitor, in the figure 2 drawing, presents a length slightly greater than that of the micro-circuit, the length of the upper part 124b of the terminal 124 being materially equal to the length of the micro-circuit.

Preferably, the micro-circuit and the capacitor have approximately the same dimension in the transverse direction in the figure 2 drawing.

The assembly of the micro-circuit 140 and of the capacitor 120, designed for decoupling its continuous power supply voltage, is carried out as represented in figure 2. The basic characteristic of the invention resides in the fact that the capacitor 120 takes space between the substrate 100 and the micro-circuit 140, and accordingly, does not encumber the board, which is particularly efficient from a miniaturization point of view.

More specifically, the capacitor 120 is first of all set on the board 100 in a position such that the conductive areas 102 and 104 of the latter are respectively in electrical contact with the lower parts 124c, 126c of the two terminals of the capacitor, then the micro-circuit 140 is set on the top of the capacitor 120 by its conductive layer 142, superimposed on the upper part 124b of the terminal 124 and in electrical contact with it. Finally, a connecting wire 132 is heat sealed between the upper part 126b of the terminal 126 and the power supply stud 144a of the micro-circuit. The capacitor 120 is thus linked to both of the power supply poles of the micro-circuit 140, in parallel with the latter.

We note that alternatively, the wire 132 can be mounted between the conductive area 104 of the substrate 100 and the stud 144a of the micro-circuit.

Another advantage of this invention, in addition to the fact that the capacitor does not outline the micro-circuit on the board, resides in the fact that the length of the electrical connections between the capacitor 120 and the micro-circuit 140 is reduced to a minimum. The loss in line by inductance and resistance are thus minimized, and the decoupling at the power supply level is carried out in an optimum manner. This makes it possible in particular, in the case of digital micro-circuits, to use higher working frequencies (clock frequencies).

In addition to the specifics of the invention described up to the present, the capacitor 120 is produced preferably by the traditional techniques for front connection terminal monolithic multilayer ceramic capacitors: the sheets designed to form the plates of the capacitor are rendered conductive based on patterns given by serigraphy, then we do a stacking of alternating conductor sheets and ceramic sheets. This is followed by the traditional steps of pressurization of the multisandwich structure obtained, heat treatment and metallization.

Preferably, the terminals 124, 126 of the capacitor are made of silver-palladium alloy (80%-20%); which is advantageous in that the fixation of the capacitor on the board 100 and on the micro-circuit can be produced by choice of heat seal, by gluing or by the thermo-compression technique, or even by any other appropriate technique.

Concerning the set-up process of the terminals on the monolithic structure 122, we can for example use the traditional dipping technique for the parts of lateral edges 124a, 126a electrically linked to the conductor sheets of the structure 122, while the upper and lower parts of each terminal are advantageously performed by serigraphy.

A secondary advantage of the capacitor “sandwich” assembly of this invention resides in what it constitutes, thanks to the good thermal conductivity and the substantial thickness of its terminals 124, 126, a thermal radiator as regards the active micro-circuit 140. The working temperature of the latter is thus lowered.

In practice, we can produce, consistent with the invention, ceramic capacitors with a thickness of about several tens of millimeters, that may be housed for example under micro-circuits having horizontal dimensions of about 2 to 20 mm.

We can, for example, by varying the thickness of the capacitor, obtain capacitances from 10 nF to 100 nF under a nominal voltage of 40v.

As we indicated above, it is necessary, in the primary realization of the invention, to extend the capacitor laterally, for example on a distance of about 0.5 mm, beyond the corresponding edge of the micro-circuit, in order to maintain the electrical isolation required between the terminal 126 and the ground layer 142 and to provide a top access to said terminal 126 for the connection by heat sealed wire with the stud 144a of the micro-circuit.

Preferably, the space 128 between the upper parts 124b, 126b of the terminals of the capacitor has a size of about 100 to 200 µm. Such a dimension 2 can be easily obtained by the serigraphy technique referenced above.

In reference now to figures 4, 5a and 5b, we are going to describe a second embodiment of the invention in which the capacitor can have drawing dimensions strictly equal to those of the micro-circuit with which it is associated, which is even more advantageous from the outline point of view.

On these figures, elements or parts identical or similar to those of figures 2, 3a and 3b are designated by the same reference numbers.

As we can discern in figure 4, due to the fact that the capacitor does not overlap on the right of the micro-circuit 140, and taking into account the fact that the contact part 124b of the terminal 124 and its homologous part 142 of the micro-circuit occupy the entire upper surface of the capacitor, it is impossible to ensure contact with the conductor sheets of the second group of the multilayer capacitor structure 122 using a lateral front terminal 126a as in the case of the primary embodiment.

As such, and consistent with this alternative, the second terminal 126 of the capacitor contains only a lower part 126c, designed to come in contact with the area 104 of the substrate 100, and a sink or blind hole 134 is moved from the lower face of the capacitor structure 122 basically on a large part of the height of the latter, as illustrated, without however reaching the upper conductive part 124b of the terminal 124. This hole 134 is metallized on its entire face (in 126d) in such a way that an electrical contact is established between the terminal 126 and the associated group of conductor sheets.

Generally speaking, the height of the blind hole 134 will be chosen so that its interior metallization establishes a contact with all the conductor sheets of the group considered from the structure 122.

Of course, the conductive unit of the sheets of the other group is determined such that no electrical contact is established between these sheets and the terminal 126. We represented in figure 5b, in dotted lines, a possible contour of these conductor sheets. They each have a slot 138 extending from the edge of the structure 122 opposite the terminal 124a and up to the area of the sink 134.

The conductor sheets of the other group, that have to be in contact with the terminal 126, extend over the major part of the section of the multi-layered structure 22, with the exception of course of the border area next to the terminal 124a.

The sink 134 can have a diameter of about 0.5 mm and be at a distance for example from 1 to 3 mm of the edge of the monolithic structure 122, this distance being long enough not to make this edge area fragile.

The sink 134 can be moved in the multilayer structure 122 for example by mechanical routing after the structure is compressed and before its heat treatment, or even by mechanical routing or by laser beams after its heat treatment.

Preferably, the capacitor 122 consistent with this second embodiment of the invention is produced as described above, meaning by traditional techniques in the domain of multilayer ceramic capacitors.

Of course, this invention is not limited to the production methods described above and represented on the designs, but an expert will know how to design any alternative or modification consistent with its spirit.

In particular, the instructions for shapes and dimensions indicated in the description must not be considered limited. In that regard, the vertical dimensions of certain parts of the capacitor 120 and of the micro-circuit 140 were intentionally exaggerated on the designs to be more clear.

Furthermore, we can provide, to improve the electrical connection with the conductor sheets, several blind holes 134 instead of a single one, used in any placements whatsoever.

Moreover, the terms “upper”, “lower“, “lateral“, etc. used throughout the description and in the claims are to be considered in a relative sense, being understood that the board and the components can take any orientation whatsoever, for example vertical.

Finally, although we have described the invention in relation to a power supply bypass capacitor, it is understood that this application is not at all limited and that a capacitor consistent with the invention can be used for any other application, in particular filtering, in which it must be associated with a micro-circuit, in connection or not with its power supply.

## CLAIMS

1. Capacitor (120) designed to be associated with an electronic or analog micro-circuit containing a base conducting surface forming one of its connecting terminals, the type forming a sandwich structure (122) of alternating conductor sheets and dielectric sheets and two connection terminals (124, 126) extending to the periphery of said sandwich structure, characterized by the fact that each terminal contains a part (124a, 126a) for connecting with the conductor sheets transversely extending to said sheets in two edge areas opposite said structure (122) and a lower part (124c, 126c) for connecting with respective conductive areas (102, 104) formed on a substrate (100), and in which one of the two terminals contains an upper part (124b) for connecting with said base conducting surface (142) of the micro-circuit, with the result that the capacitor (120) can be sandwich mounted between the substrate (100) and the micro-circuit by establishing at least one connection between them.

2. Capacitor based on claim 1, characterized by the fact that its drawing dimensions are approximately equal to those of the micro-circuit (140).

3. Capacitor based on claim 2, characterized by the fact that said upper part (124b) of one of the terminals has drawing dimensions approximately equal to those of the micro-circuit (140).

4. Capacitor based on claim 3, characterized by the fact that its other terminal (126) also contains an upper part (126b) located on a short lateral extension of the capacitor, and designed to receive a wire (132) for connecting with another connecting terminal (144a) of the micro-circuit, the upper parts (124b, 126b) of the two terminals of the capacitor being separated by a small space (128).

5. Capacitor based on claim 4, characterized by the fact that the part (126a) for connecting with the conductor sheets of said other terminal (126) is used externally between its upper and lower parts (126b, 126c).

6. Capacitor based on claim 3, characterized by the fact that the part for connecting with the conductor sheets of said other terminal (126) contains at least a metallized sink (126d) formed in a part of the thickness of the structure (122) from its lower surface, in proximity to a edge opposite the part (124a) for connecting with the conductor sheets of the primary terminal.

7. Capacitor based on claim 6, characterized by the fact that has drawing dimensions specifically equal to those of the micro-circuit (140).

8. Capacitor based on one of the claims 1 to 7, characterized by the fact that it is monolithic structure (122) multilayer ceramic type.

9. Capacitor based on claim 8, characterized by the fact that its terminals (124, 126) are made of silver-palladium alloy.

10. Assembly of a micro-circuit (140) and of a capacitor (120) on a substrate (100), characterized by the fact that it contains a capacitor based on one of the preceding claims, in which the capacitor is sandwich mounted between the substrate (100) and the micro-circuit, and in which a short connecting wire (132) is provided between a lateral area of the capacitor or a neighboring conductive area 30 of the substrate and a upper terminal (144a) of the micro-circuit.

11. Assembly based on claim 10, characterized by the fact that it is produced at least partially by thermo-compression.

12. Assembly based on one of claims 10 and 11, characterized by the fact that the capacitor is a power supply bypass capacitor.

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 622 346**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **87 14689**

(51) **Int Cl⁴ : H 01 G 1/035, 1/147, 4/40; H 05 K 3/32.**

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23 octobre 1987.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 17 du 28 avril 1989.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *EUROFARAD-EFD.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Henri Laville.

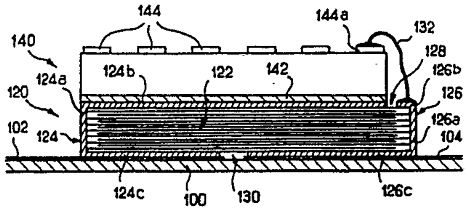
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Regimbeau, Martin, Schrimpf, Warcoin et Ahner.

## (54) Condensateur pour micro-circuit électronique et montage incorporant un tel condensateur.

(57) L'invention concerne un condensateur 120 destiné à être associé à un micro-circuit électronique 140 ou analogue comportant une surface conductrice de base 142 constituant l'une de ses bornes de raccordement, du type comprenant une structure sandwich 122 de feuilles conductrices et de feuilles diélectriques alternées et deux bornes de connexion 124, 126 s'étendant à la périphérie de ladite structure sandwich.

Selon l'invention, chaque borne comprend une partie 124*a*, 126*a* de connexion avec les feuilles conductrices s'étendant transversalement auxdites feuilles dans deux régions de bords opposés de ladite structure 122 et une partie inférieure 124*c*, 126*c* de connexion avec des zones conductrices respectives 102, 104 formées sur un substrat 100, et l'une des deux bornes comprend une partie supérieure 124*b* de connexion avec ladite surface conductrice de base 142 du micro-circuit, de telle sorte que le condensateur 120 peut être monté en sandwich entre le substrat 100 et le micro-circuit en établissant entre eux au moins une connexion.



FR 2 622 346 - A1

La présente invention a trait d'une façon générale aux condensateurs pour circuits électroniques à haute intégration, et concerne en particulier un nouveau montage d'un condensateur en association avec un micro-circuit ou puce monté par exemple par soudage sur une carte de support telle qu'un circuit imprimé.

Dans la technique antérieure, un condensateur, tel qu'un condensateur de découplage d'alimentation, par exemple de type céramique monolithique à bornes de connexion faciales, est rapporté sur la carte à proximité du micro-circuit. On a représenté sur la figure 1 un exemple d'un tel montage.

La carte 10 comporte à sa surface supérieure deux zones ou pistes conductrices 12, 14 correspondant respectivement à la masse et à la tension d'alimentation du micro-circuit 40. Le micro-circuit 40 comprend à sa surface inférieure une couche conductrice 42 formant borne de masse en contact électrique avec la masse 12 et, à sa surface supérieure, une série de plots de connexion 44 parmi lesquels le plot extrême gauche 44a doit recevoir la tension d'alimentation. Le condensateur de découplage 20 est disposé sur la carte 10 à côté du micro-circuit. Sa borne latérale 26 est reliée, ici par soudage, à la piste 14, tandis que sa borne 24 située sur sa face latérale opposée est reliée à la masse 12. Enfin, un fil électrique 32 relie la borne positive 26 du condensateur (ou alternativement la piste 14) au plot 44a du micro-circuit 40.

Cependant, cette solution classique présente un certain nombre d'inconvénients : d'une part, le montage des composants côte-à-côte est encombrant et donc désavantageux du point de vue de la miniaturisation; d'autre part, il nécessite entre le condensateur et les bornes d'alimentation du micro-circuit des connexions de longueur relativement grande qui induisent des phénomènes d'inductance et de résistance en ligne. Ces phénomènes prennent toute leur importance dans le découplage des circuits électroniques numériques, dont la fréquence de travail (fréquence d'horloge) est de plus en plus élevée.

Ainsi, la présente invention vise principalement à proposer un nouveau condensateur destiné à être associé à un micro-circuit actif ou puce, qui permette de minimiser l'encombrement en surface de ces deux composants. Un autre objet principal de l'invention est de proposer un condensateur permettant une réduction au minimum de la longueur des liaisons entre le condensateur et les bornes d'alimentation du micro-circuit, pour ainsi notamment favoriser l'action de découplage.

A cet effet, la présente invention concerne un condensateur destiné à être associé à un micro-circuit électronique ou analogue comportant une surface conductrice de base constituant l'une de ses bornes de raccordement, du type comprenant une structure sandwich de feuilles conductrices et de feuilles diélectriques alternées et deux bornes de connexion s'étendant à la périphérie de ladite structure sandwich, caractérisé en ce que chaque borne comprend une partie de connexion avec les feuilles conductrices s'étendant transversalement auxdites feuilles dans deux régions de bords opposés de ladite structure et une partie inférieure de connexion avec des zones conductrices respectives formées sur un substrat, et en ce que l'une des deux bornes comprend une partie supérieure de connexion avec ladite surface conductrice de base du micro-circuit, de telle sorte que le condensateur peut être monté en sandwich entre le substrat et le micro-circuit en établissant entre eux au moins une connexion.

Des aménagements préférés du condensateur selon l'invention sont les suivants :

- ses dimensions en plan sont approximativement égales à celles du micro-circuit,

- ladite partie supérieure de l'une des bornes a des dimensions en plan approximativement égales à celles du micro-circuit,

- son autre borne comporte également une partie supérieure située sur un prolongement latéral de faible largeur du condensateur, et destiné à recevoir un fil de connexion avec une autre borne de raccordement du micro-circuit, les parties supérieures des deux bornes du condensateur étant séparées par un espace de faible largeur,

- la partie de connexion avec les feuilles conductrices de ladite autre borne est disposée extérieurement entre ses parties supérieure et inférieure,

- la partie de connexion avec les feuilles conductrices de ladite autre borne comprend au moins un puits métallisé formé dans une partie de l'épaisseur de la structure à partir de sa surface inférieure, à proximité d'un bord opposé à la partie de connexion avec les feuilles conductrices de la première borne,

- il a des dimensions en plan précisément égales à celles du micro-circuit,

- il est de type céramique multicouche à structure monolithique,

- ses bornes sont réalisées en alliage argent-palladium.

L'invention concerne également un montage d'un micro-circuit et d'un condensateur sur un substrat, caractérisé en ce qu'il comprend un condensateur du type défini ci-dessus, en ce que le condensateur est monté en sandwich entre le substrat et le micro-circuit, et en ce qu'un fil de connexion de faible longueur est prévu entre une région latérale du condensateur ou une zone conductrice voisine du substrat et une borne supérieure du micro-circuit.

Un autre avantage apporté par la présente invention réside en ce que le condensateur, placé au-dessous du micro-circuit, tient lieu simultanément de radiateur de dissipation thermique, qui abaisse la température de travail dudit micro-circuit.

D'autres aspects et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisations préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale schématique d'un montage conforme à la technique antérieure;

- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'un montage selon une première forme de réalisation de l'invention;

- les figures 3a et 3b sont des vues en plan de dessus et de dessous du condensateur utilisé dans le montage de la figure 2;

- la figure 4 est une vue en coupe transversale d'un montage selon une seconde forme de réalisation de l'invention; et

- les figures 5a et 5b sont des vues en plan de dessus et de dessous du condensateur utilisé dans le montage de la figure 4.

On a représenté sur la figure 2 un montage conforme à une première forme de réalisation de la présente invention.

Un substrat isolant ou carte, disposé horizontalement et désigné par la référence 100, présente à sa surface supérieure deux zones ou pistes conductrices 102, 104. La piste 104 amène la tension d'alimentation d'un micro-circuit intégré, comme on le verra plus loin, tandis que la piste 102 correspond à la masse.

Un micro-circuit ou puce 140 et un condensateur 120, utilisé ici pour le découplage de l'alimentation dudit micro-circuit, sont montés sur la carte.

Le micro-circuit 140 comporte à sa surface inférieure une couche conductrice 142 destinée à être reliée à la masse et à sa surface supérieure une série de plots 144 destinés à la connexion du micro-circuit avec l'extérieur. Parmi ces plots, celui qui est situé à l'extrême droite sur la figure 2, indiqué en 144a, est destiné à recevoir la tension positive d'alimentation.

Conformément à l'invention, le condensateur 120 est destiné à venir se loger entre le substrat 100 et le micro-circuit. Il comprend dans le présent exemple une structure monolithique constituée par des feuilles de céramique et de feuilles conductrices ou électrodes alternées, globalement désignée par la référence 122. Les feuilles sont ici disposées horizontalement.

Un premier groupe de feuilles conductrices s'étend jusqu'au bord de gauche de la structure 122, tandis que les feuilles de l'autre groupe viennent jusqu'au bord opposé de ladite structure, à droite sur la figure 2.

De cette manière, deux bornes de connexion conductrices peuvent être appliquées sur les faces latérales gauche et droite pour être en contact avec les groupes respectifs de feuilles conductrices.

Conformément à l'invention, une première borne 124 du condensateur 120 comprend une partie latérale 124a en contact avec le groupe respectif de feuilles conductrices, une partie supérieure 124b s'étendant sur la majeure partie de la surface supérieure de la structure 122, et une partie inférieure 124c s'étendant sur environ la moitié de la surface inférieure de la structure 122.

La seconde borne du condensateur, globalement désignée par la référence 126, comprend une partie latérale 126a en contact électrique avec l'autre groupe de feuilles conductrices de la structure de condensateur, une partie supérieure 126b s'étendant en direction de la partie 124b de l'autre borne, dans une région de bordure laissée libre par cette dernière, ainsi qu'une partie inférieure 126c s'étendant sur environ la moitié de la surface inférieure de la structure 122 laissée libre par la partie 124c de l'autre borne.

Comme on peut l'observer, afin d'éviter que les deux bornes 124, 126 ne viennent au contact l'une de l'autre, il existe un premier espace 128 entre les parties supérieures 124b, 126b des deux électrodes et un second espace 130 entre leurs parties inférieures 124c, 126c.

Comme on peut l'observer, le condensateur, dans le plan de la figure 2, présente une longueur légèrement supérieure à celle du micro-circuit, la longueur de la partie supérieure 124b de la borne 124 étant quant à elle sensiblement égale à la longueur du micro-circuit.

De préférence, le micro-circuit et le condensateur ont approximativement même dimension dans la direction transversale au plan de la figure 2.

Le montage du micro-circuit 140 et du condensateur 120, destiné au découplage de sa tension d'alimentation continue, s'effectue comme représenté sur la figure 2. La caractéristique essentielle de l'invention réside en ce que le condensateur 120 vient prendre place entre le substrat 100 et le micro-circuit 140, et par conséquent, ne vient pas encombrer la carte, ce qui est particulièrement propice du point de vue de la miniaturisation.

Plus précisément, le condensateur 120 est tout d'abord fixé sur la carte 100 en une position telle que les zones conductrices 102 et 104 de cette dernière soient respectivement en contact électrique avec les parties inférieures 124c, 126c des deux bornes du condensateur, puis le micro-circuit 140 est fixé sur le dessus du condensateur 120 par sa couche conductrice 142, superposée à la partie supérieure 124b de la borne 124 et en contact électrique avec celle-ci. Enfin, un fil de connexion 132 est soudé entre la partie supérieure 126b de la borne 126 et le plot d'alimentation 144a du micro-circuit. Le condensateur 120 est ainsi relié aux deux pôles de l'alimentation du micro-circuit 140, en parallèle avec ce dernier.

On peut noter qu'en variante, le fil 132 peut être monté entre la zone conductrice 104 du substrat 100 et le plot 144a du micro-circuit.

Un autre avantage de la présente invention, outre le fait que le condensateur ne vient pas accroitre l'encombrement du micro-circuit sur la carte, réside en ce que la longueur des liaisons électriques entre le condensateur 120 et le micro-circuit 140 est réduite au minimum. Les pertes en ligne par inductance et résistance sont ainsi minimisées, et le découplage au niveau de l'alimentation s'effectue de façon optimale. Ceci permet en particulier, dans le cas des micro-circuits numériques, d'utiliser des fréquences de travail (fréquences d'horloge) plus élevées.

Outre, les particularités de l'invention décrites jusqu'à présent, le condensateur 120 est réalisé de préférence par les technologies classiques des condensateurs céramiques multicouches monolithiques à bornes de connexion faciales : les feuilles destinées à former les plaques du condensateur sont rendues conductrices selon des motifs donnés par sérigraphie, puis on réalise un empilage de feuilles conductrices et de feuilles céramiques alternées. Suivent les étapes classiques de mise en pression de la structure multisandwich obtenue, de cuisson et de métallisation.

De préférence, les bornes 124, 126 du condensateur sont réalisées en alliage argent-palladium (80%-20%); qui est avantageux en ce que la fixation du condensateur sur la carte 100 et sur le micro-circuit peut être réalisée au choix par soudage, par collage ou par la technique de thermo-compression,ou encore par toute autre technique appropriée.

En ce qui concerne le procédé de mise en place des bornes sur la structure monolithique 122, on peut par exemple utiliser la technique classique de trempage pour les parties de bords latéraux 124a, 126a électriquement reliées aux feuilles conductrices de la structure 122, tandis que les parties supérieure et inférieure de chaque borne sont avantageusement réalisées par sérigraphie.

Un avantage auxiliaire du condensateur à montage "sandwich" de la présente invention réside en ce qu'il constitue, grâce à la bonne conductibilité thermique et à l'épaisseur substantielle de ses bornes 124, 126, un radiateur de dissipation thermique vis-à-vis du micro-circuit actif 140. La température de travail de ce dernier est ainsi diminuée.

En pratique, on peut réaliser conformément à l'invention des condensateurs céramiques d'une épaisseur de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres, aptes à se loger par exemple sous des micro-circuits ayant des dimensions horizontales de l'ordre de 2 à 20 mm.

On peut par exemple, en faisant varier l'épaisseur du condensateur, obtenir des capacités de 10 nF à 100 nF sous une tension nominale de 40v.

Comme on l'a indiqué plus haut, il est nécessaire, dans la première réalisation de l'invention, de prolonger le condensateur latéralement, par exemple sur une distance de l'ordre de 0,5 mm, au-delà du bord correspondant du micro-circuit, et ceci afin de maintenir l'isolation électrique requise entre la borne 126 et la couche de masse 142 et de fournir un accès par le dessus à ladite borne 126 pour le raccordement par fil soudé avec le plot 144a du micro-circuit.

De préférence, l'espace 128 entre les parties supérieures 124b, 126b des bornes du condensateur à une largeur de l'ordre de 100 à 200 µm. Une telle dimension peut être aisément obtenue par la technique de sérigraphie sus-mentionnée.

En référence maintenant aux figures 4, 5a et 5b, on va décrire une seconde forme de réalisation de l'invention dans laquelle le condensateur peut avoir des dimensions en plan rigoureusement égales à celles du micro-circuit auquel il est associé, ce qui est encore plus avantageux du point de vue de l'encombrement.

Sur ces figures, des éléments ou parties identiques ou similaires à ceux des figures 2, 3a et 3b sont désignés par les mêmes numéros de référence.

Comme on peut l'observer sur la figure 4, du fait que le condensateur ne déborde pas vers la droite du micro-circuit 140, et compte tenu du fait que la partie de contact 124b de la borne 124 et sa partie homologue 142 du micro-circuit occupent l'intégralité de la surface supérieure du condensateur, il est impossible d'assurer le contact avec les feuilles conductrices du deuxième groupe de la structure de condensateur multicouche 122 en disposant une borne faciale latérale 126a comme dans le cas de la première forme de réalisation.

Ainsi, conformément à cette variante, la seconde borne 126 du condensateur comprend seulement une partie inférieure 126c, destinée à venir au contact de la zone 104 du substrat 100, et un puits ou trou borgne 134 est ménagé à partir de la face inférieure de la structure de condensateur 122 essentiellement sur une grande partie de la hauteur de cette dernière, comme illustré, sans toutefois atteindre la partie conductrice supérieure 124b de la borne 124. Ce trou 134 est métallisé sur toute sa surface (en 126d) de telle sorte qu'un contact électrique est établi entre la borne 126 et le groupe de feuilles conductrices associé.

D'une façon générale, la hauteur du trou borgne 134 sera choisie de manière à ce que sa métallisation intérieure établisse un contact avec toutes les feuilles conductrices du groupe considéré de la structure 122.

Bien entendu, le motif conducteur des feuilles de l'autre groupe est déterminé de manière à ce qu'aucun contact électrique ne soit établi entre ces feuilles et la borne 126. On a représenté sur la figure 5b, en traits pointillés, un contour possible de ces feuilles conductrices. Elles présentent chacune une encoche 138 s'étendant à partir du bord de la structure 122 opposé à la borne 124a et jusqu'à la région du puits 134.

Les feuilles conductrices de l'autre groupe, devant être en contact avec la borne 126, s'étendent quant à elles sur la majeure partie de la section de la structure multi-couches 22, à l'exception bien entendu de la zone de bordure adjacente à la borne 124a.

Le puits 134 peut avoir un diamètre de l'ordre de 0,5 mm et être distant par exemple de 1 à 3 mm du bord de la structure monolithique 122, cette distance étant suffisante pour ne pas fragiliser cette région de bord.

Le puits 134 peut être ménagé dans la structure multicouche 122 par exemple par fraisage mécanique après la mise en compression de la structure et avant sa cuisson, ou encore par fraisage mécanique ou par rayons laser après sa cuisson.

Préférentiellement, le condensateur 122 conforme à cette seconde forme de réalisation de l'invention est réalisé comme décrit plus haut, c'est-à-dire par les techniques classiques dans le domaine des condensateurs céramiques multicouches.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus et représentés sur les dessins, mais l'homme de l'art saura concevoir toute variante ou modification conforme à son esprit.

En particulier, les indications de formes et de dimensions indiqués dans la description ne doivent pas être considérées comme limitatives. A cet égard, les dimensions verticales de certaines parties du condensateur 120 et du micro-circuit 140 ont été volontairement exagérées sur les dessins par souci de clarté.

En outre, on pourra prévoir, pour améliorer la connexion électrique avec les feuilles conductrices, une pluralité de trous borgnes 134 au lieu d'un seul, disposés en des emplacements quelconques.

Par ailleurs, les termes "supérieur", "inférieur", "latéral", etc. utilisés tout au long de la description et dans les revendications sont à considérer dans un sens relatif, étant entendu que la carte et les composants peuvent prendre une orientation quelconque, par exemple verticale.

Enfin, bien que l'on ait décrit l'invention en relation avec un condensateur de découplage d'alimentation, il est bien entendu que cette application n'est nullement limitative et qu'un condensateur conforme à l'invention peut être utilisée pour toute autre application, notamment filtrage, dans laquelle il doit être associé à un micro-circuit, en liaison ou non avec son alimentation.

## REVENDICATIONS

1. Condensateur (120) destiné à être associé à un micro-circuit électronique ou analogue comportant une surface conductrice de base constituant l'une de ses bornes de raccordement, du type comprenant une structure sandwich (122) de feuilles conductrices et de feuilles diélectriques alternées et deux bornes de connexion (124, 126) s'étendant à la périphérie de ladite structure sandwich, caractérisé en ce que chaque borne comprend une partie (124a, 126a) de connexion avec les feuilles conductrices s'étendant transversalement auxdites feuilles dans deux régions de bords opposés de ladite structure (122) et une partie inférieure (124c, 126c) de connexion avec des zones conductrices respectives (102, 104) formées sur un substrat (100), et en ce que l'une des deux bornes comprend une partie supérieure (124b) de connexion avec ladite surface conductrice de base (142) du micro-circuit, de telle sorte que le condensateur (120) peut être monté en sandwich entre le substrat (100) et le micro-circuit en établissant entre eux au moins une connexion.

2. Condensateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ses dimensions en plan sont approximativement égales à celles du micro-circuit (140).

3. Condensateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite partie supérieure (124b) de l'une des bornes a des dimensions en plans approximativement égales à celles du micro-circuit (140).

4. Condensateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que son autre borne (126) comporte également une partie supérieure (126b) située sur un prolongement latéral de faible largeur du condensateur, et destinée à recevoir un fil (132) de connexion avec une autre borne (144a) de raccordement du micro-circuit, les parties supérieures (124b, 126b) des deux bornes du condensateur étant séparées par un espace (128) de faible largeur.

2622346

5. Condensateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la partie (126a) de connexion avec les feuilles conductrices de ladite autre borne (126) est disposée extérieurement entre ses parties supérieure et inférieure (126b, 126c).

6. Condensateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la partie de connexion avec les feuilles conductrices de ladite autre borne (126) comprend au moins un puits métallisé (126d) formé dans une partie de l'épaisseur de la structure (122) à partir de sa surface inférieure, à proximité d'un bord opposé à la partie (124a) de connexion avec les feuilles conductrices de la première borne.

7. Condensateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que qu'il a des dimensions en plan précisément égales à celles du micro-circuit (140).

8. Condensateur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est de type céramique multicouche à structure (122) monolithique.

9. Condensateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que ses bornes (124, 126) sont réalisées en alliage argent-palladium.

10. Montage d'un micro-circuit (140) et d'un condensateur (120) sur un substrat (100), caractérisé en ce qu'il comprend un condensateur selon l'une des revendications précédentes, en ce que le condensateur est monté en sandwich entre le substrat (100) et le micro-circuit, et en ce qu'un fil de connexion de faible longueur (132) est prévu entre une région latérale du condensateur ou une zone conductrice voisine du substrat et une borne supérieure (144a) du micro-circuit.

11. Montage selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est réalisé au moins partiellement par thermo-compression.

12. Montage selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que le condensateur est un condensateur de découplage d'alimentation.

2622346

1 / 2

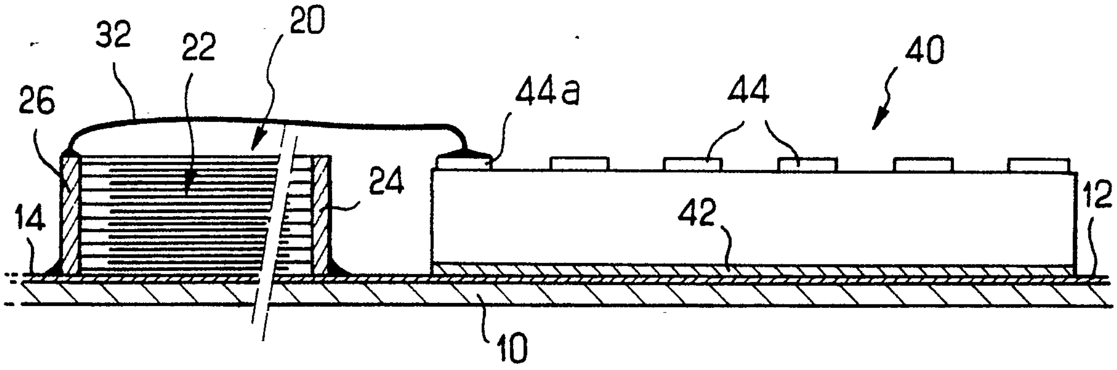

32
22
20
26
44a
44
40
24
12
14
42
10

FIG_1

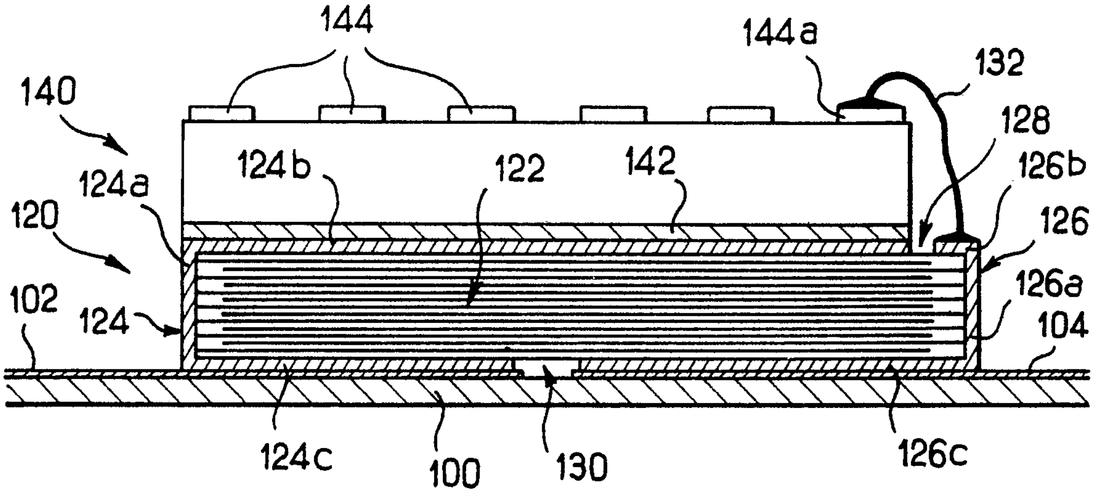
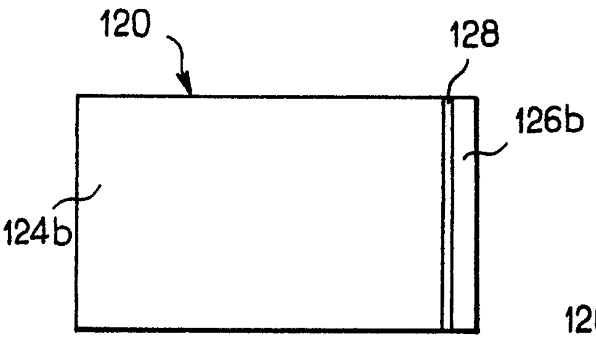

144
144a
132
140
128
124b
122
142
126b
124a
126
120
126a
102
124
104
124c
100
130
126c

FIG_2


120
128
126b
124b

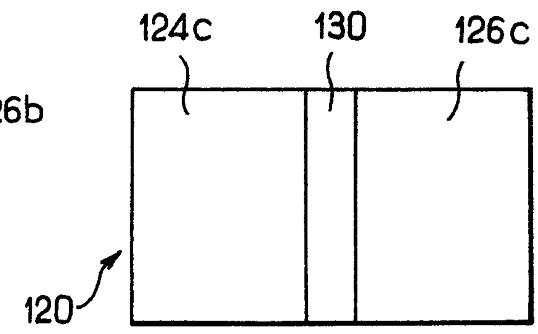

124c
130
126c
120

FIG_3a

FIG_3b

2622346

2 / 2

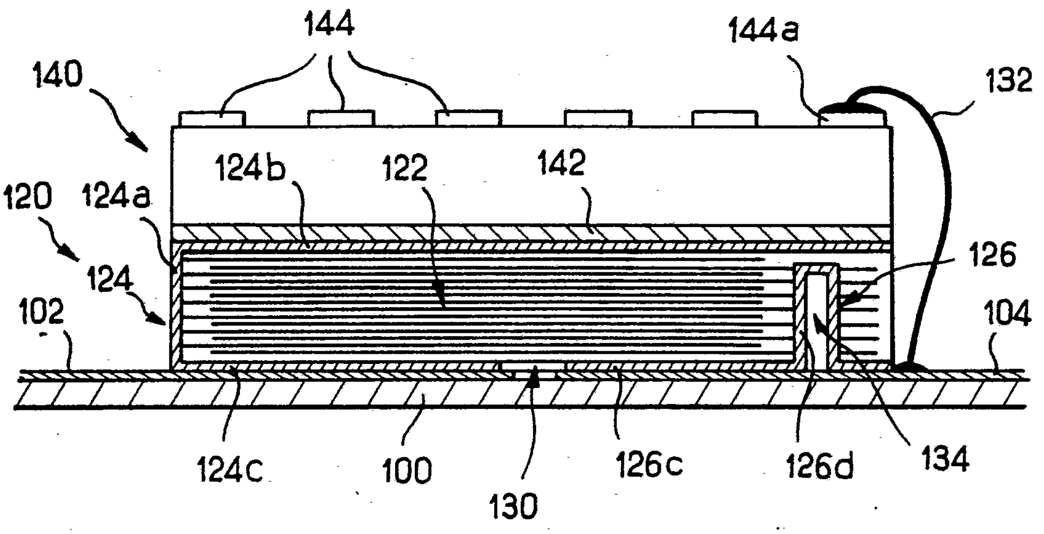
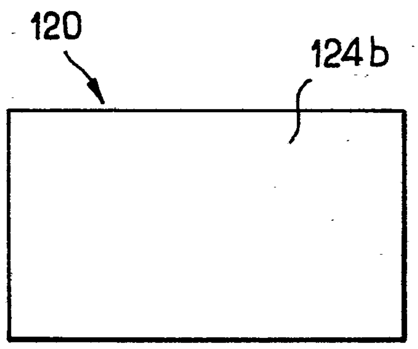

144
144a
140
132
124b
122
142
120
124a
126
124
102
104
124c
100
130
126c
126d
134

FIG_4



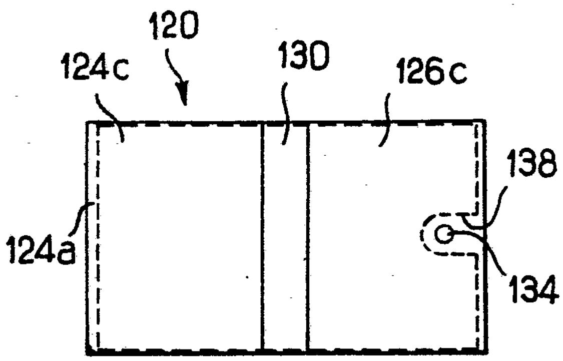

120
124c
130
126c
138
124a
134

FIG_5a

FIG_5b